

# Utilidad Angio-TC cardíaco en la evaluación de la endocarditis infecciosa y sus complicaciones

Cristóbal Reyes<sup>1</sup>, Daniel Schneider<sup>2\*</sup>, Marcelo Godoy<sup>2</sup>.

Utility of CT Cardiac Angiography in the Evaluation of Infective Endocarditis and Its Complications

## RESUMEN

La endocarditis infecciosa (EI) es una infección que afecta a las válvulas cardíacas, endocardio y grandes vasos. Tiene una tasa de mortalidad de aproximadamente un 30% al año, por lo que un diagnóstico y tratamiento precoz es esencial para disminuir la morbi-mortalidad. El Angio-TC cardíaco gatillado por electrocardiograma (ECG) ha sido considerado en las guías de manejo de EI en los últimos años, dada su alta resolución espacial y mejoras en resolución temporal, aportando tanto en el diagnóstico como en la evaluación de las complicaciones tanto valvulares (vegetaciones, perforaciones, disfunciones), perivalvulares (abscesos, pseudoaneurismas, dehiscencia de prótesis, fístulas) y compromiso de las arterias coronarias (embolia), permitiendo un diagnóstico y tratamiento oportuno.

**Palabras clave:** Endocarditis; Técnicas de Imagen Cardíaca; Tomografía.

## ABSTRACT

Infective endocarditis (IE) is an infection that affects the heart valves, endocardium, and great vessels. It has a mortality rate of approximately 30% per year, so early diagnosis is essential to reduce morbidity and mortality. Cardiac angio-CT triggered by electrocardiogram (ECG) has been considered in IE management guidelines in recent years, given its high spatial resolution, contributing to the diagnosis and evaluation of valvular complications (vegetations, perforations,

<sup>1</sup>Residente de Radiología, Universidad de La Frontera, Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena. Temuco, Chile.  
<sup>2</sup>Médico Radiólogo, Docente Universidad de la Frontera, Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena. Temuco, Chile.

\*Correspondencia: Daniel Schneider / daniel.schneider@ufrontera.cl

Financiamiento: Este trabajo no contó con apoyo financiero de ningún tipo.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Recibido: 06 de junio de 2023.  
Aceptado: 11 de noviembre de 2024.

*dysfunctions), perivalvular (abscesses, pseudoaneurysms, prosthesis dehiscence, fistulas) and compromised coronary arteries (embolism), allowing early diagnosis and treatment.*

**Keywords:** Endocarditis; Cardiac Imaging Techniques; Tomography.

La endocarditis infecciosa (EI) es una infección del endocardio. Afecta comúnmente a la válvula y las cuerdas tendinosas, así como a las superficies de las válvulas protésicas y los dispositivos cardíacos implantados.

Tiene una tasa de mortalidad, de aproximadamente un 30% al año, por lo que un diagnóstico precoz es esencial para disminuir la morbi-mortalidad. El diagnóstico de EI generalmente se basa en criterios de Duke modificados<sup>1</sup>, que han sido actualizados por la “International Society for Cardiovascular Infectious Diseases” (ISCVID) que, junto a un equipo multidisciplinario de expertos, revisó y actualizó el año 2023, los criterios diagnósticos para EI (Tabla 1)<sup>2</sup>.

Dentro de las principales modificaciones, se incluyó el uso de Angio-TC cardíaco y de la tomografía por emisión de positrones con FDG [18F] (PET-CT FDG), como parte de los criterios mayores para el diagnóstico de EI, sumándose al uso de la ecocardiografía, que sigue siendo el estudio de elección. La ecocardiografía transesofágica (ETE) tiene mayor sensibilidad y especificidad que la ecocardiografía transtorácica (ETT), determinado principalmente por el uso de transductores de mayor frecuencia que, al utilizarse a una distancia más cercana al corazón, mejora la resolución temporal y espacial de las imágenes, por lo que se prefiere para el diagnóstico. Tiene el inconveniente de estar

menos disponible que la ETT, ya que requiere una mayor preparación del paciente y experiencia por parte del operador<sup>3</sup>.

El Angio-TC cardíaco gatillado por electrocardiograma (ECG), ha sido considerado en las guías de manejo de EI en los últimos años y ahora está incluido como parte de los criterios mayores en el diagnóstico de EI, dado que ofrece una alta resolución espacial, que permite una mejor evaluación de las estructuras cardíacas, al entregar una definición más fina y detallada de sus estructuras, aportando no solo en el diagnóstico sino también en la evaluación de las complicaciones, ya sean estas valvulares (vegetaciones, perforaciones, disfunciones), perivalvulares (abscesos, pseudoaneurismas, dehiscencia de prótesis, fístulas) o que comprometan las arterias coronarias (embolias). También ha permitido de forma práctica y menos invasiva, una mejor evaluación de la extensión del compromiso perivalvular, de la anatomía coronaria y si es que hubiese enfermedad coronaria concomitante, como parte del estudio pre-quirúrgico en los casos debidamente seleccionados, otorgándole al equipo tratante una visión más global de la extensión de esta enfermedad y sus complicaciones<sup>4</sup>.

Dado los beneficios ofrecidos por el Angio-TC cardíaco, se realizó una revisión pictográfica de algunas de las complicaciones cardíacas vistas en pacientes con EI.

**Tabla 1.** Actualización de criterios de Duke modificados, propuestos por “2023 Duke-ISCVID criteria”<sup>2</sup>.

<b>Criterios de patología</b>	<b>Cambio</b>
Identificación del microorganismo	Microorganismos identificados en una muestra apropiada mediante PCR, secuencias de amplificación o metagenómica, o de hibridación <i>in situ</i> .
<b>Criterios mayores Clínicos</b>	<b>Cambio</b>
<b>Microbiología</b>	
Hemocultivos	Eliminados los requisitos del momento y tiempo de separación de la venopunción para los hemocultivos.
Definición de los organismos típicos	Patógenos típicos agregados: 1) <i>S. lugdunensis</i> ; <i>E. faecalis</i> ; todos los <i>streptococcus</i> excepto <i>S. pneumoniae</i> y <i>S. pyogenes</i> ; <i>Granulicatella</i> spp.; <i>Abiotrophia</i> spp.; y <i>Gemella</i> spp. 2) Organismos que deben ser considerados “típicos” en IE en el contexto de pacientes con material protésico intracardiaco: <i>Staphylococcus coagulasa negativa</i> , <i>Corynebacterium striatum</i> ; <i>C. jeikeium</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Cutibacterium acnes</i> , <i>Mycobacteria</i> no tuberculosa y <i>Candida</i> spp.
Otras pruebas microbiológicas	Se agregaron nuevos criterios mayores para patógenos fastidiosos: 1) PCR o secuencias de ampliación/metagenómica que identifican: <i>C. burnetii</i> , <i>Bartonella</i> spp., o <i>T. whipplei</i> en sangre. 2) O IFA $\geq$ 1:800 anticuerpos IgG para <i>B. henselae</i> o <i>B. quintana</i> .
<b>Imágenes</b>	
Ecocardiograma	Similar a las versiones anteriores. Es la piedra angular en los criterios de imágenes.
TC cardíaca	Agregada como nuevo criterio mayor. Hallazgos equivalentes a la ecocardiografía.
PET/CT FDG [18F]	Agregada como nuevo criterio mayor. Hallazgos para válvulas nativas, dispositivos cardíacos o prótesis valvulares de >3 meses posterior a cirugía cardíaca, son equivalentes a ecocardiografía.

...continuación tabla 1.

Criterios de patología	Cambio
<b>Quirúrgicos</b>	Agregados como nuevos criterios mayores. Evaluación intraoperatoria constituye un criterio mayor en ausencia de criterios mayores de imágenes cardíacas o histopatológicas.
<b>Criterios menores clínicos</b>	
Predisponentes	Añadidos: Implante /reparación valvular transcáteter. Dispositivos electrónicos cardio-vasculares implantados vía endovascular y diagnóstico previo de EI.
Fiebre	No hay cambios.
Fenómenos vasculares	Se añadió abscesos esplénicos o cerebrales.

## Discusión

La endocarditis infecciosa es una infección que afecta comúnmente al endocardio de las válvulas cardíacas. Se estima que la prevalencia de la endocarditis infecciosa varía dependiendo de la región y población estudiada, pero oscila entre 3 y 10 casos por cada 100.000 personas por año en países desarrollados.

También hay variación en la incidencia, pero se ha notado un incremento en los últimos años debido posiblemente a que hay más pacientes con factores de riesgo como enfermedad cardíaca valvular y dispositivos cardíacos implantados<sup>3,4</sup>.

Normalmente, la endocarditis infecciosa se produce cuando los microorganismos invaden el torrente sanguíneo y se adhieren a zonas lesionadas del endocardio, sobre todo en las válvulas cardíacas enfermas.

Los agentes causales más comunes son las bacterias, siendo los estreptococos y los estafilococos los más frecuentes. No obstante, los hongos también pueden estar involucrados.

Por lo general, el tratamiento de la endocarditis infecciosa implica administrar antibióticos por vía intravenosa durante un período prolongado, que puede durar desde semanas hasta meses. La duración depende de la gravedad de la infección y del microorganismo causante.

En ciertas situaciones, la cirugía puede ser necesaria para eliminar la vegetación, reparar o reemplazar las válvulas cardíacas dañadas o drenar los abscesos.

También se debe tratar las posibles complicaciones, como la insuficiencia cardíaca, las embolias sépticas y los trastornos del ritmo cardíaco<sup>3,4,5</sup>.

Para la correcta evaluación de las estructuras cardíacas en tomografía (TC) es indispensable contar con un protocolo de adquisición de imágenes adecuado. Por este motivo el Angio-TC cardíaco debe cumplir con requisitos, que aseguren imágenes de calidad diagnóstica. Para obtener imágenes estáticas de una estructura que se encuentra en continuo movimiento como lo es el corazón, los tomógrafos deben tener una velocidad de giro del gantry entre 0,2 a 0,5 segundo, con el fin de obtener imágenes con mínimos artefactos de movimiento, los que pueden limitar la evaluación del examen. Mientras mejor sea la generación del tomógrafo, mejor será la calidad de las imágenes, así los tomógrafos de cobertura completa del corazón (cobertura de 16 cm) obtendrán mejores imágenes que los tomógrafos de 64 filas de detectores (cobertura de 4 cm), siendo estos últimos lo mínimo necesario para realizar una imagen cardíaca. Y así, los de mejor resolución temporal como los tomógrafos de

doble fuente, serán preferidos por sobre los de cobertura completa. También es indispensable que la adquisición de las imágenes sea “gatillada” o sincronizada por ECG permitiendo evaluar las distintas fases del ciclo cardíaco. Así se prefieren las adquisiciones retrospectivas, las cuales adquieren todo el ciclo cardíaco dado que permite obtener información adicional, como lo es evaluar la función cardíaca y valvular, la motilidad de los velos, tamaño de cavidades cardíacas, entre otras<sup>5,6,7</sup>. Importante es recalcar que las imágenes sean obtenidas sin modulación de dosis, para que no existan diferencias de calidad de imagen en la sístole-diástole.

Todo lo anterior debe ir acompañado con una adecuada preparación del paciente, para lograr imágenes con el menor grado de artefactos de movimientos, para esto lo ideal es que el paciente tenga un ritmo cardíaco regular, con una frecuencia cardíaca óptima, menor a 65 lpm, por lo que en determinados casos será necesario el uso de agentes cronotrópicos como los beta-bloqueadores<sup>6</sup>. Es de esperar que un paciente con una endocarditis sea difícil lograr estos objetivos, y muchas veces entregar un betabloqueador sea contraproducente, por lo que el balance entre la información requerida y el ritmo del paciente debe ser evaluado junto con el radiólogo de imagen cardíaca para así planificar el mejor examen posible.

También debe considerarse la necesidad de contar con un software de post procesos específico para mejor evaluación en reconstrucciones multiplanares tanto de la válvula como de las arterias coronarias<sup>8</sup>.

Adicionalmente como parte del protocolo de adquisición de Angio-TC cardíaco, se recomienda incluir una reconstrucción pulmonar del segmento adquirido del tórax, ya que permitirá evaluar complicaciones pulmonares asociadas de la EI, como lo son los infartos, embolias sépticas o abscesos pulmonares.

La importancia que ha ido adquiriendo la Angio-TC en el diagnóstico y evaluación de la EI y sus complicaciones, nos ha llevado a ilustrar en esta revisión algunos de los hallazgos imagenológicos más significativos descritos

mediante esta modalidad de imagen. Para lo que se realizó una revisión retrospectiva de pacientes con sospecha o diagnóstico de EI que hayan sido evaluados con TC cardíaco entre el año 2019 hasta junio del 2022 en el Hospital Hernán Henríquez Aravena de Temuco, hallando 18 casos que cumplían criterios y lograron imágenes diagnósticas. Se presentarán algunos de los hallazgos más relevantes.

### **Manifestaciones Imagenológicas Vegetaciones**

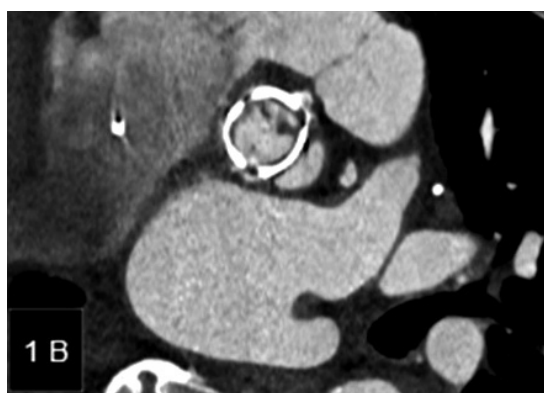
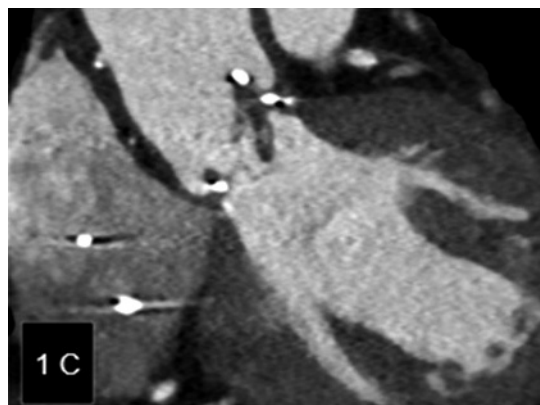
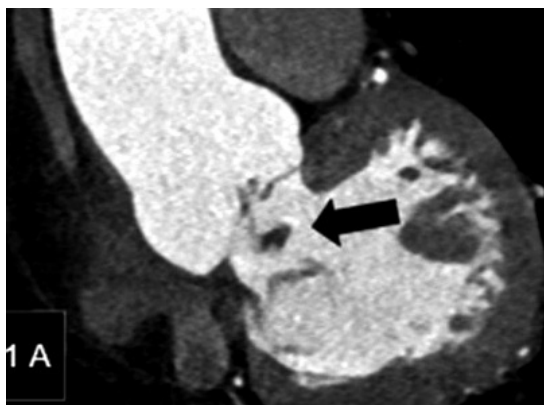
Las vegetaciones son lesiones de tejido blando infectado, que se adhieren a la superficie endocárdica o a la superficie de las prótesis intracardíacas, suelen estar presentes en la EI y provocan destrucción y/o incompetencia de las valvas. En TC se observan como engrosamientos nodulares focales, de atenuación baja a intermedia, o bien, como lesiones pediculadas de tamaños variables, que dependen de la superficie valvular, endocárdica o en los dispositivos intracardíacos implantados<sup>7</sup>.

Si bien el mejor estudio es a través de la evaluación con ETE (sensibilidad entre el 85-100% en las diferentes series)<sup>2</sup>, la presencia de calcificaciones o válvulas protésicas puede limitar este método de estudio, por lo que el uso conjunto de Angio-TC cardíaco ha demostrado mejorar la sensibilidad de detección de las vegetaciones sustancialmente, con series que reportan sensibilidad mayor al 90%<sup>2,4</sup> (Figura 1 A, B y C).

Otra de las complicaciones que se pueden presentar, aparte de la destrucción y/o incompetencia valvular, es la migración de las vegetaciones, pudiendo resultar en eventos embólicos, siendo las grandes (>10 mm) y móviles, las que presentan mayor riesgo de embolización<sup>9</sup>.

En el diagnóstico diferencial de los nódulos o masas valvulares, sin un contexto de infección evidente, debemos considerar los trombos, fibroelastomas y la endocarditis trombótica no bacteriana, como parte de los diferenciales<sup>10</sup>.

Los fibroelastomas rara vez se asocian con una disfunción valvular, generalmente, son asintomáticos, aunque pueden estar en contexto de embolización sistémica cuando tienen trombos



**Figura 1:** Paciente 56 años con antecedentes de DM NIR e HTA con mala adherencia a tratamiento cursando cuadro de sensación febril nocturna, diaforesis, astenia, adinamia, anorexia, Leucocitosis 17800 y PCR 129, con diagnóstico de Endocarditis infecciosa de foco dentario hemocultivos positivos para *Streptococcus gallolyticus*. (A) Plano coronal oblicuo de válvula aórtica, se observa una masa pediculada (flecha negra) de aproximadamente 12 x 8 mm, con movimiento libre (en evaluación dinámica) dependiente del velo coronario derecho. (B, C) En eje corto y coronal oblicuo de prótesis biológica de válvula aórtica en otro paciente, se identifica engrosamiento de las valvas, principalmente en la dirigida hacia el seno izquierdo, con una formación nodular hipodensa hacia el tracto de salida del VI compatibles con vegetaciones.

adheridos a su superficie o cuando se fragmentan. La endocarditis trombótica no bacteriana (endocarditis marántica) puede aparecer como densidades irregulares pequeñas (<10 mm), que con mayor frecuencia afectan las válvulas cardíacas del lado izquierdo. Generalmente se encuentran asociadas con una neoplasia maligna subyacente o con una enfermedad autoinmune (endocarditis de Libman-Sacks) y pueden presentarse como fenómenos embólicos arteriales sistémicos que simulan síntomas de EI<sup>10</sup>.

### **Insuficiencia Valvular**

La insuficiencia valvular está dentro de las complicaciones más comunes de la EI y es secundaria a la destrucción y/o perforación de las valvas, producto de las vegetaciones. Si bien la ETE es más sensible que el Angio-TC (75% versus 43%), diferentes estudios reportan mayor espe-

cificidad para este último (89% versus 79%), por lo que puede ser un buen complemento, frente a dudas diagnósticas<sup>1,2,11</sup>.

En TC la insuficiencia valvular se manifiesta como un defecto o falta de continuidad del velo valvular, que en secuencias dinámicas será representado por un defecto de coaptación central o falta de cierre de los velos durante el ciclo cardíaco<sup>7</sup> (Figura 2 A y B).

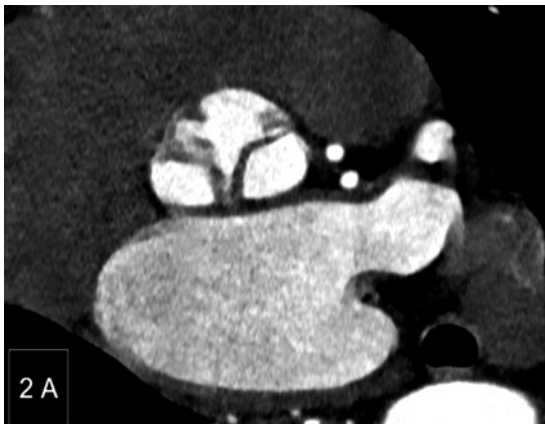
Por otra parte, en los pacientes con prótesis valvulares y EI, la destrucción del anillo puede provocar la dehiscencia de la válvula, con la consecuente fuga perivalvular. Si bien, esta también será mejor evaluada con la ETE, en el Angio-TC se puede observar una inadecuada alineación de la prótesis, con un defecto tisular entre el anillo y la prótesis, mientras que en las series dinámicas, se podrá apreciar movimientos de balanceo de más de 15° en la válvula protésica<sup>4,11</sup>.

**Extensión perivalvular**

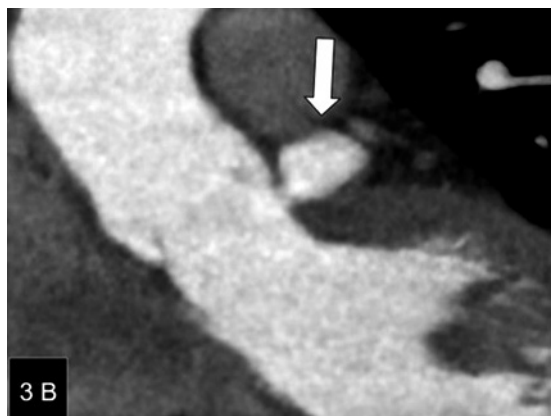
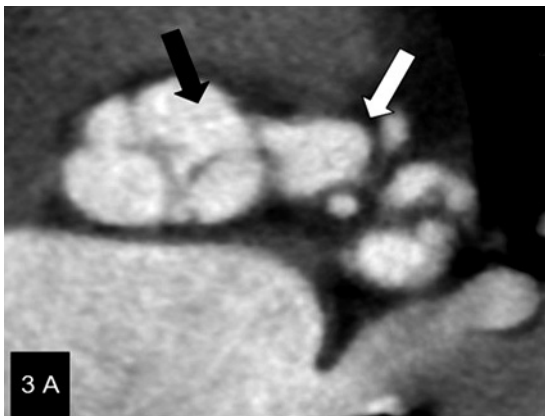
Las complicaciones perivalvulares vistas en la EI, incluyen el absceso, pseudoaneurisma y la fístula, pudiendo coexistir entre ellas. Generalmente se ve con mayor frecuencia en válvulas protésicas que en nativas (55% versus 29%)<sup>4</sup>.

**Pseudoaneurisma**

El pseudoaneurisma típicamente se observa como un defecto anatómico, que determina una cavidad perivalvular que se rellena de contraste (Figura 3 A y B), lo que ayuda a diferenciarlo del absceso (el cual, al tener tejido necrótico presentara áreas sin contraste).



**Figura 2:** (A y B) Válvula aórtica de morfología tricuspídea, presenta velos marcadamente engrosados, donde en la evaluación dinámica, el velo derecho demuestra prolapso diastólico, determinando un amplio defecto de insuficiencia.



**Figura 3:** Paciente 63 años con antecedente de HTA, con cuadro de cefalea, odinofagia y fiebre 39.7°C, en estudio por síndrome febril prolongado sin foco, se realiza Ecocardiograma T-E, que informa válvula aórtica con imágenes compatibles con vegetación, observando también, un pseudoaneurisma y perforación en el velo coronario derecho, que determinan insuficiencia severa, estos hallazgos se correlacionan con la TC. (A) En el plano valvular aórtico y (B) coronal oblicuo a la raíz aórtica, se observa válvula aórtica tricuspídea, con un defecto de coaptación central además de pérdida de definición del borde libre de la valva derecha (flecha negra) determinada por destrucción. También se demuestra una formación sacular (flecha blanca) que comunica con la raíz a nivel del anillo valvular, compatible con pseudoaneurisma que se extiende por debajo del tronco coronario izquierdo.

Por lo general se logra identificar una conexión directa de esta cavidad con la raíz aórtica o las cavidades cardíacas<sup>7,11</sup>.

El Angio-TC también nos permitirá evaluar la naturaleza pulsátil del pseudoaneurisma en las secuencias de cine, lo que también nos ayuda a diferenciarlo de los abscesos.

Cuando se presenta en válvulas protésicas, suele estar asociado a dehiscencia perivalvular.

### **Abscesos Perivalvulares**

Los abscesos perivalvulares se observan como un área de baja atenuación central o de densidad heterogénea, dependiendo de la cantidad y extensión de la necrosis.

Con el uso de contraste, suelen realzar en anillo, pero pudiese no realzar y verse solo

como engrosamiento y cambios inflamatorios de la grasa periaórtica, cuando son de reciente formación, sobre todo si no hay antecedente de cirugía reciente, que explicara la formación del absceso<sup>4,11</sup> (Figura 4 A y B).

En muchos casos diferenciar el absceso del pseudoaneurisma en ecografía puede ser complejo, sobre todo en ciertos pacientes, en los cuales estas dos patologías pueden coexistir. La importancia de reconocerlas radica en que ambas reflejan la extensión localizada de EI, y suelen requerir tratamiento quirúrgico para su resolución. Es en estos casos donde el Angio-TC ha adquirido relevancia, ya que se ha reportado una mayor sensibilidad frente a la ETE (78% versus 69%), para la evaluación de las lesiones paravalvulares<sup>2</sup>.



**Figura 4:** (A y B) eje corto valvular aórtico. (A) válvula aórtica normal, para comparar con válvula patológica en figura B. (B) válvula aórtica con vegetación en los velos, asociado con ensanchamiento hipodenso (flecha blanca) del tejido periaórtico, sin realce en anillo, compatible con absceso de la raíz aórtica.

### **Conclusiones**

El Angio-TC cardíaco es una nueva herramienta para valorar a los pacientes con EI que ocupa un lugar complementario a los estudios ecocardiográficos. Permite diagnosticar con menor sensibilidad EI, pero agrega que tiene un excelente rendimiento

en las complicaciones perivalvulares, aportando en los casos de mala ventana ecográfica, en los pacientes que tengan contraindicaciones para ecocardiografía transesofágica o en los casos donde ésta no haya sido concluyente.

También, se ha visto que la combinación de



realizar ambos estudios tiene una sensibilidad superior para la detección de lesiones, ya sean valvulares o perivalvulares en comparación a realizar cada método por sí solo. Por tales motivos el Angio-TC cardíaco, ha sido incluido como criterio mayor en la actualización de los criterios 2023 Duke-ISCVID para EI.

Por otra parte, el Angio-TC cardíaco al contar con imágenes del tórax, podrá evaluar complicaciones más allá del corazón como lo son los embolias sépticas o abscesos pulmonares, lo que permite una evaluación más global del paciente.

## Referencias

1. Ladrón-de-Guevara D, Canelo A, Bitar P, Soto JR. Imágenes en endocarditis infecciosa: No todo es ecocardiografía. *Rev Chil infectología*. 2021; 38(2): 260-270.
2. Fowler VG, Durack DT, Selton-Suty C, Athan E, Bayer AS, Chamis AL, et al. The 2023 Duke-ISCVID Criteria for Infective Endocarditis: Updating the Modified Duke Criteria. *Clin Infect Dis [Internet]*. 2023; 1-6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37138445>
3. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta JP, Zotti F DeI, et al. Guía ESC 2015 sobre el tratamiento de la endocarditis infecciosa. *Rev Esp Cardiol*. 2016; 69(1): 69e1-49.
4. Khalique OK, Veillet-Chowdhury M, Choi AD, Feuchtnner G, Lopez-Mattei J. Cardiac computed tomography in the contemporary evaluation of infective endocarditis. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2021; 15(4): 304-312. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2021.02.001>
5. Bitar P. Evaluación cardíaca con tomografía computada y resonancia magnética. *Rev Med Clin. Las Condes*. 2013; 24(1): 54-62. DOI: 10.1016/S0716-8640(13)70129-9.2012;8-10.
6. Bitar P, Paolinelli P, Furnaro F. Tomografía Computada Cardíaca: Estado Actual. *Rev Médica Clín. Las Condes*. 2018; 29(1): 33-43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.12.007>
7. Saeedan M Bin, Wang TKM, Cremer P, Wahadat AR, Budde RPJ, Unai S, et al. Role of cardiac ct in infective endocarditis: Current evidence, opportunities, and challenges. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2021; 3(1): 1-14.
8. Horgan SJ, Mediratta A, Gillam LD. Cardiovascular Imaging in Infective Endocarditis: A Multimodality Approach. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020; 13(7): 1-11.
9. Vilacosta I, Graupner C, SanRomán J, Sarriá C, Ronderos R, Fernández C, et al. Risk of embolization after institution of antibiotic therapy for infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 2002; 39(9): 1489-1495.
10. Kassop D, Donovan MS, Cheezum MK, Nguyen BT, Gambill NB, Blankstein R, et al. Cardiac Masses on Cardiac CT: A Review. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*. 2014; 7(8): 1-13.
11. Hryniewiecki T, Zatorska K, Abramczuk E, Zakrzewski D, Szymański P, Kuśmierczyk M, et al. The usefulness of cardiac CT in the diagnosis of perivalvular complications in patients with infective endocarditis. *Eur Radiol*. 2019; 29(8): 4368-4376.